

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра «Передача електричної енергії»

МЕТОДИЧНА ВКАЗІВКА

ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

**«ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ
ЗМІННОГО СТРУМУ»**

по курсу «СИСТЕМОУТВОРЮЮЧІ МЕРЕЖІ ТА ЇХ РЕЖИМИ»

для студентів денного і заочного навчання з спеціальності 141

Харків 2019

Методична вказівка до лабораторної роботи «Визначення основних параметрів режиму електропередачі змінного струму» по курсу «Системоутворюючі мережі та їх режими» для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 141 / С.Ю. Шевченко, Д.О. Данильченко, С.І. Дривецький – Харків, НТУ «ХПІ», 2019. – 8 с.

Прокол №5 від 10.12.2019

Укладачі:

д.т.н. С.Ю. Шевченко

к.т.н. Д.О. Данильченко

к.т.н. С.І. Дривецький

Рецензент к.т.н. Довгальок О.М.

Кафедра «Передача електричної енергії»

I. МЕТА РОБОТИ

Ознайомитися з основними співвідношеннями між параметрами режиму електропередачі змінного струму і визначити основні параметри електропередачі за допомогою програми розрахунку на ЕОМ.

2. ОПИС ПРОГРАМИ

Програма розрахунку основних параметрів режиму електропередачі змінного струму написана на алгоритмічній мові PL / 1 і налагоджена на ЕОМ ЕС-1033 Ш. Структурна схема програми приведена на рис 1.

В результаті розрахунку за програмою визначаються [2]:

1. Хвильовий опір електропередачі

$$Z_c = \sqrt{\frac{r_o + jx_o}{jbo}} = \sqrt{\frac{x_o}{bo}} (1 - j\frac{x_o}{2x_o}) = (1 - j\frac{x_o}{2x_o}),$$

де r_o , x_o - питомі активний і реактивний опори електропередачі, Ом / км;

2. Коефіцієнт поширення хвилі на одиницю довжини електропередачі

$$\gamma_o = \sqrt{(r_o + jx_o)jB} = \frac{r_o}{2x_o} L_o + j L_o = \beta_o + jL_o,$$

де β_o - коефіцієнт або постійна загасання, I / км;

L_o - коефіцієнт зміни фази, рад / км (ел.град / км);

3. Натуральна потужність електропередачі, МВт

$$P_c = U_2^2 / L_c$$

4. Коефіцієнт поширення хвилі електропередачі довжиною l

$$\gamma_{ol} = \frac{r_o}{2x_o} L_{ol} + jL_{ol} = \frac{x_o}{2x_o} + j\lambda,$$

де λ - хвильова довжина електропередачі, рад. (ел.град);

5. Напряжение в точке электропередачи на расстоянии l от ее конца, кВ

$$U = U_2 [\cos \lambda + (I \cos \lambda + \sin \lambda) \frac{r_o}{2x_o} \cdot P_{2r} + Q_{2r} \sin \lambda] + jU_2 [\frac{r_o}{2x_o} \lambda \sin \lambda + P_{2r} \sin \lambda (\lambda \cos + \sin \lambda) \frac{r_o}{2x_o} Q_{2r}],$$

де $P_{2r} = P_2 / P_b$; $Q_{2r} = Q_2 / P_2$; $P_b = P_c$;

6. Кут d - величина характеризує режим дальньої електропередачі і її стійкість;

$$d = \arctg \frac{P_{2r} \sin l \lambda}{\cos l \lambda \pm Q_{2r} \sin l \lambda};$$

7. Гранична потужність електропередачі, МВт

$$I P_{\text{пр}} I = I \frac{U_1 U_2}{Z_c \sin l \theta l}$$

8. Потоки реактивної потужності по кінцях електропередачі, кругові діаграми електропередачі:

$$Q_{1r} = \frac{K^2 [1 - (\frac{r_0}{2x_0} \lambda)^2] \sin 2 \lambda}{2 [\sin 2 \lambda + (\frac{r_0}{2x_0} \lambda)^2 \cos 2 \lambda]} - \sqrt{\frac{K^2 [\frac{r_0}{x_0} (\lambda + 0.5 \sin 2 \lambda) P_{1r}]}{\sin 2 \lambda + (\frac{r_0}{2x_0} \lambda)^2 \cos 2 \lambda}} - P_{1r}^2;$$

$$Q_{2r} = \frac{[1 - (\frac{r_0}{2x_0} \lambda)^2] \sin 2 \lambda}{2 [\sin 2 \lambda + (\frac{r_0}{2x_0} \lambda)^2 \cos 2 \lambda]} + \sqrt{\frac{K^2 - \frac{r_0}{2x_0} (\lambda + 0.5 \sin 2 \lambda) P_{1r}}{\sin 2 \lambda + (\frac{r_0}{2x_0} \lambda)^2 \cos 2 \lambda}} - P_{2r}^2,$$

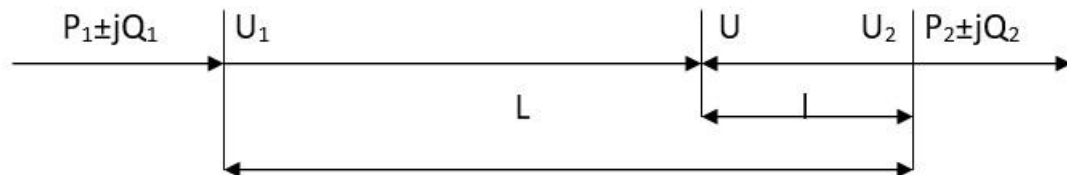
де $Q_{1r} = Q_1 / P_b$; $P_{1r} = P_1 / P_b$; $Q_{2r} = Q_2 / P_b$;

$P_{2r} = P_2 / P_b$; $K = U_1 / U_2$; $P_b = P_c$;

3. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1. Ознайомитися з основними співвідношеннями між параметрами режиму електропередачі.

3.2. Ознайомитися з характеристикою електропередачі і вихідними даними для розрахунку (рис. 2, табл. 1 і 2).



$U_2 = 750$ кВ; провід $4 \times \text{АС-600/72}$ з питомими параметрами
 $r_0 = 0.01375$ Ом / км; $x_0 = 0.282$ Ом / км; $b_0 = 4.26 \times 10^{-6}$ См / км;
 $g_0 = 0$.

Варіант	P_2 , відн. од.	$\cos \varphi_2$	r_0 Ом/км	Варіант	P_2 , відн. од.	$\cos \varphi_2$	r_0 Ом/км
1	1,0	1,0	0	8	0,8	-0,8	0,01375
2	1,0	1,0	0,01375	9	1,2	1,0	0
3	0,8	1,0	0	10	1,2	1,0	0,01375
4	0,8	1,0	0,01375	11	1,2	0,8	0
5	0,8	0,8	0	12	1,2	0,8	0,01375
6	0,8	0,8	0,01375	13	1,2	-0,8	0
7	0,8	0,8	0	14	1,2	-0,8	0,01375

Примітка. Для всіх варіантів завдань: $L = 6000$ км; $\Delta L = 500$ км;

Варіант	L, км
1	500
2	1000
3	1500
4	2000
5	2500
6	4500
7	5500
8	5500

Примітка: Для всіх варіантів завдань: $K_1 = 0,8$;

$K_2=1,2$; $\Delta K=0,2$; $\Delta P_r=0.2$;

3.3 Підготувати вихідні дані для розрахунку в такій послідовності:

L - довжина електропередачі, км;

U_2 - напруга в кінці електропередачі ($U_2 = U_2$), кВ;

P_{O2} - відносна активна потужність в кінці електропередачі ($P_{O2} = P_{2r}$), відн. од.

Q_{O2} - відносна реактивна потужність в кінці електропередачі ($Q_{O2} = Q_{ir}$), відносна. од.;

R - питомий активний опір електропередачі ($R = \Gamma_o$), Ом / км;

X - питомий реактивний опір електропередачі ($X = X_o$) Ом / км;

b - питома реактивна провідність електропередачі ($B = B_o$). См / км;

D - інтервал зміни довжини електропередачі при визначенні параметрів режиму ($D = \Delta L$), км;

$5 * T = 2$ при послідовному розрахунку декількох варіантів, в іншому випадку $5 * T = 1$;

LL - довжина електропередачі при побудові кругових діаграм, км;

Ш - початкове значення перепаду напруги по кінцях електропередачі [$K_4 - N_a$), відн. од.;

K_2 - кінцеве значення перепаду напруги електропередачі ($K_2 = K_r$), відн. од

DK - інтервал зміни перепаду напруги по кінцях електропередачі ($DK \wedge D K$), відн. од.;

DP - інтервал зміни значення активної потужності електропередачі ($DP = \Delta P$), відн. од.;

ST = 2 при послідовному розрахунку декількох варіантів,
в іншому випадку

ST. = 1.

Введення вихідної інформації в програмі виконується групами ідентифікаторів:

L, U₂, P₀₂, Q₀₂, R, X, B, D,

ST

LL, K₁, K₂, DK, DP

ST

Приклад. Дано значення ідентифікаторів: L = 4000 км;

U₂ = 500 кВ; P₀₂ = 1.0; Q₀₂ = 0; z - 0,01 Ом / км;

X = 0,3 Ом / км; B - 2·10⁶ См / км; Комерсант - 400 км; ST * I;

LL = 800 км; M = 0,9; K₂-If₂; Л * - 0,1; EP = 0,1;

ST - I.

Запис вихідних даних для нанесення на перфокарти:

3.4. Визначити по роздруківці результатів розрахунку значення:

ZC - дійсна частина хвильового опору електропередачі (ZC- Z_c), Ом;

ZCI - уявна частина хвильового опору електропередачі. Ом;

GO - дійсна частина коефіцієнта поширення хвилі на одиницю довжини електропередачі - так званий коефіцієнт загасання 1 / км;

COI - уявна частина коефіцієнта поширення хвилі на одиницю довжини електропередачі - так званий коефіцієнт зміни фази (C-OI - J ~ o), рад / км; л

P - натуральна потужність електропередачі (P ~ P_c), МВт;

C - відстань від кінця електропередачі до точки визначення параметрів режиму (C - L), км;

GOL - дійсна частина коефіцієнта поширення хвилі;

GOLI - уявна частина коефіцієнта поширення хвилі - так звана хвильова довжина електропередачі (G-OL I = λ), рад;

U - дійсна частина напруги в точці електропередачі, де ведеться розрахунок, кВ;

U_l - уявна частина напруги в точці електропередачі, де ведеться розрахунок, кВ;

ϕ - кут

P_P - гранична потужність електропередачі (P_P і P_{PP}), МВт;

ΔU - перепад напруги по кінцях електропередачі (%), відн. од.;

P_{01}, Q_{01} - відносні значення активної і реактивної потужності на початку електропередачі відповідно ($P_{01} = P_T$,

$Q_{01} = Q_i$), відн. од.;

P_{1Q1} - абсолютні значення, відповідно активної і реактивної потужності на початку електропередачі, МВт, Мвар

P_{02}, Q_{02} - відносні значення активної і реактивної потужності в кінці електропередачі відповідно ($P_{02} = P_{1\Gamma}, Q_{02} = Q_{zr}$) відн. од.;

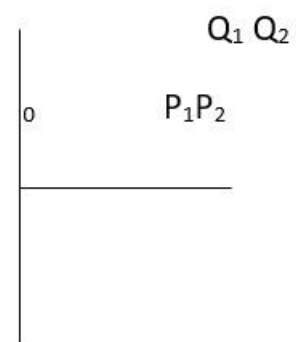
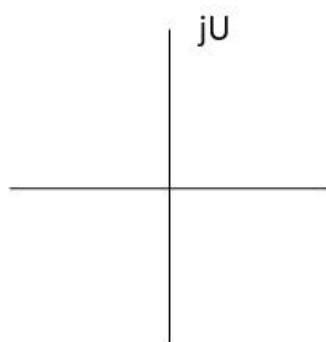
P_{2Q2} - абсолютні значення активної і реактивної потужності в кінці електропередачі відповідно ($P_2 \leq P_Z / OZ \sim \wedge$) МВт, Мвар.

3.5. Побудувати за результатами розрахунку залежності:

$\lambda, U, d, I_{прI} = f(L); Q_1 = f(P_1); Q_2 = f(P_2)$.

Примітки. 1. Залежність $U = f(l)$ будується в дійсно-уявній координатній площині, і напруга U_2 відкладається в позитивному напрямку осі абсцис (рис.3).

2. Залежності $Q_1 = f(P_1)$ і $Q_2 = f(P_2)$ будуються в дійсно-уявній координатній площині, і потужності P_1 і P_2 відкладаються в позитивному напрямку осі абсцис (рис.4).



4. ЗМІСТ ЗВІТУ

Мета роботи; структурна схема програми; основні параметри електропередачі, характеристика електропередачі (для відповідного варіанта); вихідні дані для розрахунку; вихідні дані, підготовлені для нанесення на перфокарти; результати розрахунку за програмою у вигляді машинної роздруковки; розрахункові значення Z_c , P_t ; Залежно λ , U , d , $IP_{np}I = f(L)$; $Q_1 = f(P_1)$; $Q_2 = f(P_2)$.

5. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Загальна характеристика передачі електроенергії змінним струмом.
2. Енергетичні характеристики електропередачі, режим електропередачі, параметри режиму електропередачі.
3. Процеси, що відбуваються при передачі електрб енергії по дальньої електропередачі кінцевої довжини.
4. Коефіцієнти поширення хвилі, загасання і зміни фази; хвильовий опір лінії; хвильова довжина лінії; натуральна потужність лінії.
5. Оцінка режимів роботи електропередачі без урахування і з урахуванням активного опору.
6. Охарактеризувати кут d .
7. Гранична потужність лінії.
8. Потоки реактивної потужності по кінцях електропередачі, діаграми потужностей без урахування і з урахуванням активного опору.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1.Фролов Г. Д., Олюнин В.Н. Практичний курс програмування на мові рі / j ■ - М .: Наука, 1963, - 38А с.
- 2.Електрические системы: В 9-ти т. / Под ред. В. А.Венікова. - М .: Висш.школа, 1972.- Т.3.- 388 с.